

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ **Patentschrift**  
⑯ **DE 3512948 C2**

⑯ Int. Cl. 4:  
**F23D 14/62**  
F 22 B 1/00  
F 23 Q 11/04

⑯ Aktenzeichen: P 35 12 948.4-13  
⑯ Anmeldetag: 11. 4. 85  
⑯ Offenlegungstag: 16. 10. 86  
⑯ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 20. 4. 89

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft-  
und Raumfahrt eV, 5300 Bonn, DE

⑯ Vertreter:

Stellrecht, W., Dipl.-Ing. M.Sc.; Grießbach, D.,  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Haecker, W., Dipl.-Phys.;  
Böhme, U., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 7000  
Stuttgart

⑯ Erfinder:

Ramsaier, Manfred, 7156 Wüstenrot, DE; Sternfeld,  
Hans J., Prof. Dr.-Ing., 7109 Jagsthausen, DE;  
Wolfmüller, Karlheinz, Dr.-Ing., 7519 Eppingen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 29 33 932 C2  
DE-OS 20 31 002  
GB 9 77 219  
US-Veröff.: NASA Technical Memorandum, NASA  
TM X-68148, New Orleans, Louisiana,  
29.11/01.12.1972;

⑯ Einblaselement für einen Verbrennungsreaktor

**DE 3512948 C2**

**DE 3512948 C2**

Fig. 1

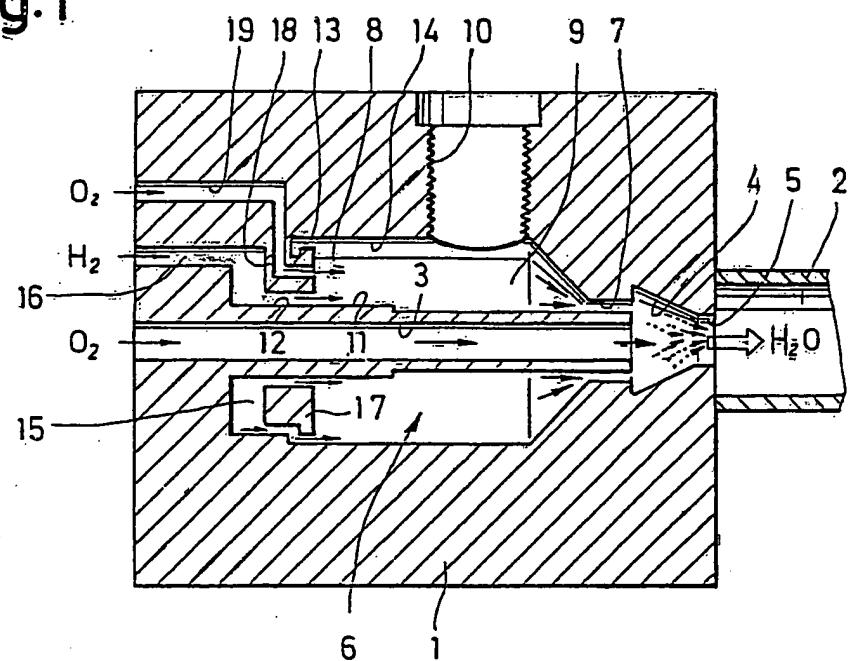
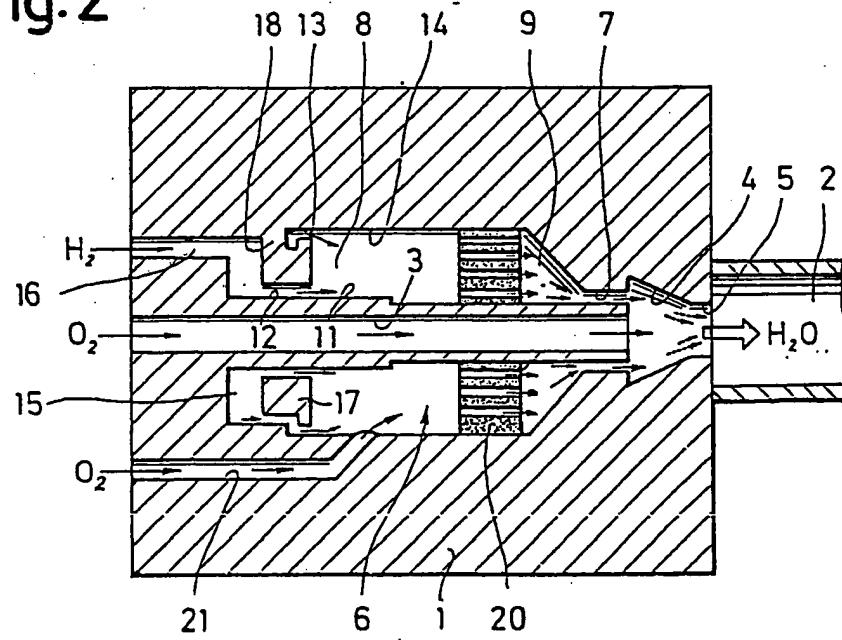


Fig. 2



1  
Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Einblaselement für einen Verbrennungsreaktor mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruches 1.

In Verbrennungsreaktoren können verschiedene Reaktionspartner Verwendung finden, beispielsweise können als Brennstoffe Kohlenwasserstoffe verwendet werden, als Oxidator Sauerstoffgas oder sauerstoffabgebende Gase. Unter Verwendung von Wasserstoffgas als Brennstoff und von Sauerstoffgas als Oxidator ist ein derartiger Reaktor zur Erzeugung von Wasserdampf hoher Temperatur geeignet. Im folgenden wird ausschließlich auf derartige Dampferzeuger und die entsprechenden Einblaselemente Bezug genommen, es können jedoch auch andere Reaktionspartner Verwendung finden.

Ein aus der deutschen Patentschrift 29 33 932 bekannter Dampferzeuger dient im wesentlichen der Herstellung von Dampf für Kraftwerke, d. h. Anlagen, in denen große Dampfmengen benötigt werden.

Bei einem gattungsgemäßen Einblaselement werden Brennstoff und Oxidator in einer Mischkammer vermischt, in einem Übergangsteil entzündet und dann in einer Brennkammer verbrannt (GB-PS 9 77 219). Bei dieser bekannten Anordnung ergibt sich ein relativ großer Aufbau.

Hier von ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Einblaselement für einen Verbrennungsreaktor, insbesondere einen Dampferzeuger, vorzuschlagen, mit dem auf kleinstem Raum eine zuverlässige Zündung bei einwandfreier Vermischung der Brennstoffe in der Mischkammer möglich ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Einblaselement der eingangs beschriebenen Art erfüllungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Bei dieser Anordnung wird also dem Brennstoff zum Zünden ein geringer Anteil Zündoxidator beigemischt. Dieses Gemisch wird in einem speziellen Zündraum gezündet, und zwar unmittelbar vor dem Auslaß, vor dem das Gemisch durch eine Querschnittsverengung rückgestaut wird. Das entzündete Gemisch tritt mit hoher Strömungsgeschwindigkeit gemeinsam mit der Hauptoxidatorzufuhr in die Mischkammer ein, in der die Reaktionspartner innig miteinander vermischt werden, so daß das aus der Mischkammer austretende Gasgemisch vollständig verbrennen kann. Nach dem Zünden kann die Zufuhr des Zündoxidators zum Zündraum unterbrochen werden, es wird dann durch den Zündraum reiner Brennstoff in die Mischkammer geleitet.

Günstig ist es, wenn die Zufuhr des Oxidators in die Mischkammer von dem Auslaß des Zündraums im wesentlichen koaxial umgeben ist, wobei sich dabei die Mischkammer in Strömungsrichtung verengen kann. Es ergibt sich dann in der Mischkammer eine besonders wirksame Vermischung der beiden Gase.

Es ist vorteilhaft, wenn die Brennstoffzufuhr parallel zur Längsachse des Zündraumes in unmittelbarer Nähe der Innenwand des Zündraumes und/oder der Außenwand der zentral angeordneten Oxidatorzufuhr und sich über den gesamten Umfang der Wände erstreckend in den Zündraum einmündet. Der Brennstoff bildet dann längs der Wände eine mit hoher Geschwindigkeit strömende Gasschicht, die die Wände des Zündraums, und/oder der zentralen Oxidatorzufuhr wirksam kühl. Es hat sich dabei als günstig erwiesen, wenn die Zündoxidatorzufuhr ebenfalls parallel zur Längsachse zwischen

## 2

einer der Innenwand des Zündraumes benachbarten ersten Brennstoffzufuhr und einer der Außenwand der Oxidatorzufuhr benachbarten zweiten Brennstoffzufuhr in den Zündraum mündet. Durch diese Anordnung wird eine gute Durchmischung des Zündoxidators mit dem Brennstoff im Zündraum gewährleistet.

Es kann weiterhin vorgesehen sein, daß der Zündraum zwischen den Einmündungen der Brennstoffzufuhr und der Zündoxidatorzufuhr einerseits und der Zündeinrichtung andererseits eine Vormischkammer bildet, deren Querschnitt kleiner ist als der des stromabwärts der Vormischkammer gelegenen Teils des Zündraumes, derart, daß die Strömungsgeschwindigkeit in der Vormischkammer über der Flammausbreitungsgeschwindigkeit liegt. Dadurch wird ein Zurückschlagen der in dem Zündraum gezündeten Flamme in Richtung auf die Einmündung der Gaszufuhr verhindert.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß die Zündeinrichtung in einem seitlich in den Zündraum einmündenden Hohlraum derart angeordnet ist, daß Brennstoff unmittelbar an ihr entlangströmen. Bei einer anderen Ausführungsform kann die Zündeinrichtung ein im Zündraum angeordneter, von dem Brennstoff und dem Zündoxidator durchströmter Katalysatorkörper sein. In beiden Fällen ist durch die Anordnung der Zündeinrichtung unmittelbar vor dem Auslaß sichergestellt, daß durch die in diesem Bereich erhöhte Strömungsgeschwindigkeit der Brennstoff durch Verbrennung entstehende Reaktionsprodukte, also beispielsweise Wasserdampf im Falle eines Dampferzeugers, von der Zündeinrichtung entfernt werden, so daß im Bereich der Zündeinrichtung keine Ansammlung von Reaktionsprodukten möglich ist, die deren Funktion beeinträchtigen könnte.

Die nachfolgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Längsschnittsansicht eines Einblaselementes und

Fig. 2 eine Ansicht ähnlich Fig. 1 einer abgewandelten Ausführungsform eines Einblaselementes.

Das in Fig. 1 dargestellte Einblaselement wird in Verbindung mit einem Dampferzeuger erläutert, es dient also der Zufuhr von Wasserstoff- und Sauerstoffgas. Es ist in einem Gehäuseblock 1 angeordnet, an den sich eine in der Zeichnung nur angedeutete Brennkammer 2 eines Dampferzeugers anschließt. Durch den Gehäuseblock 1 führt eine zentrale Bohrung hindurch, die mit einer in der Zeichnung nicht dargestellten Sauerstoffquelle verbunden ist und eine Sauerstoffzufuhr 3 bildet. Die Sauerstoffzufuhr 3 mündet in eine sich in Strömungsrichtung konisch verengende Mischkammer 4, die konzentrisch zur Sauerstoffzufuhr 3 angeordnet ist und an der Einmündungsseite der Sauerstoffzufuhr 3 einen Querschnitt aufweist, der größer ist als der Querschnitt der Sauerstoffzufuhr 3. Die sich konisch verengende Mischkammer 4 mündet in einen Auslaß 5 ein, der sich in die Brennkammer 2 öffnet.

Die zentrale Sauerstoffzufuhr ist von einem ringförmigen Zündraum 6 umgeben, der sich stromaufwärts der Mischkammer 4 konisch verengt und über einen schmalen, die Sauerstoffzufuhr 3 konzentrisch umgebenden Ringspalt 7 mit der Mischkammer 4 in Verbindung steht.

Der Zündraum 6 ist unterteilt in eine stromaufwärts gelegene Vormischkammer 8 und eine zwischen dieser Vormischkammer 8 und dem Ringspalt 7 gelegene Zündkammer 9, mit der ein seitlich angeordneter Hohl-

raum 10 in Verbindung steht. In diesem Hohlraum 10 ist eine Zündeinrichtung angeordnet, beispielsweise eine Glühkerze oder eine Zündelektrode. Der Hohlraum 10 kann auch als an sich bekanntes H<sub>2</sub>-Resonanzrohr ausgebildet sein, mit dem eine Entzündung möglich ist.

Der Strömungsquerschnitt der Vormischkammer 8 ist kleiner als der Querschnitt der Zündkammer 9, dies wird im dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch erreicht, daß die Außenwand 11 der Sauerstoffzufuhr 3 im Bereich der Vormischkammer 8 dicker ausgebildet ist als im Bereich der Zündkammer 9. Dadurch läßt sich im Bereich der Vormischkammer 8 eine Strömungsgeschwindigkeit aufrechterhalten, die über der Flammenausbreitungsgeschwindigkeit liegt, d. h. ein Zurückwandern einer in der Zündkammer 9 gezündeten Flamme in die Vormischkammer 8 wird dadurch verhindert.

In die Vormischkammer 8 münden zwei konzentrische Ringspalte 12 und 13 ein, wobei der innere Ringspalt 12 unmittelbar an der Außenwand 11 der zentralen Sauerstoffzufuhr 3 anliegt, während der äußere Ringspalt 13 unmittelbar an der Innenwand 14 der Vormischkammer 8 anliegt. Beide Ringspalte 12 und 13 stehen mit einem Ringverteilerraum 15 in Verbindung, in den eine parallel zur Sauerstoffzufuhr 3 verlaufende Wasserstoffzufuhr 16 einmündet, die in aus der Zeichnung nicht ersichtlicher Weise mit einer Wasserstoffquelle verbunden ist.

Durch die spezielle Anordnung der Ringspalte 12 und 13 in der Nähe der Wände 11 bzw. 14 wird erreicht, daß in die Vormischkammer 8 einströmendes Wasserstoffgas in Form einer dünnen Schicht an der Außenwand 11 der Sauerstoffzufuhr 3 bzw. an der Innenwand 14 der Vormischkammer 8 entlangströmt und diese Wände dadurch sehr effektiv kühlt.

Die Ringspalte 12 und 13 und der Ringverteilerraum 15 werden durch einen die Sauerstoffzufuhr 3 koaxial umgebenden Ring 17 gebildet, der mittels Stegen 18 am Gehäuseblock 1 gehalten ist. Eine Zündsauerstoffzufuhr 19, die in nicht dargestellter Weise mit einer Wasserstoffquelle verbunden ist, führt durch einen der Stege 18 in den Ring 17 und mündet zwischen den beiden Ringspalten 12 und 13 achsparallel in die Vormischkammer 8 ein, und zwar in Umfangsrichtung des Zündraumes 6 gesetzt, in dem sich der Hohlraum 10 befindet, der die Zündeinrichtung aufnimmt.

Zum Betrieb des Einblaselementes werden Sauerstoff und Wasserstoff in stöchiometrischem Verhältnis durch die Sauerstoffzufuhr 3 und die Wasserstoffzufuhr 16 eingeleitet. Zur Zündung wird außerdem über die Zündsauerstoffzufuhr 19 Sauerstoff zugeführt; dieser kann von dem durch die zentrale Sauerstoffzufuhr 3 geleiteten Sauerstoff abgezweigt werden, so daß insgesamt ein stöchiometrisches Verhältnis erhalten bleibt, es ist aber auch möglich, durch die Zündsauerstoffzufuhr 19 zusätzliches Sauerstoffgas einzuleiten.

Das Zündsauerstoffgas vermischt sich in der Vormischkammer 8 intensiv mit dem über die Ringspalte 12 und 13 zuströmenden Wasserstoff, im Bereich vor dem die Zündeinrichtung enthaltenen Hohlraum 10 wird dieses Gasgemisch durch die Verengung des Zündraumes 6 zurückgestaut, so daß das hier befindliche, zündfähige Gasgemisch von der Zündeinrichtung gezündet werden kann. Aufgrund der erhöhten Strömungsgeschwindigkeit in der Vormischkammer 8 kann sich dabei die Zündflamme nicht entgegen der Strömungsrichtung ausbreiten, sondern die Zündflamme wird über den Ringspalt 7 in die Mischkammer 4 und von dieser in die Brennkammer 2 geleitet. Sobald in diesem Bereich eine Zündung

erfolgt ist, kann die Zufuhr von Sauerstoff durch die Zündsauerstoffzufuhr 19 eingestellt werden, die Zündeinrichtung wird abgeschaltet. Der gesamte Zündraum 6 ist dann nur noch von Wasserstoffgas durchströmt, der in der Mischkammer 4 mit dem Sauerstoff aus der zentralen Sauerstoffzufuhr 3 zusammentrifft und sich aufgrund der Verengung der Mischkammer 4 in dieser intensiv mit dem Sauerstoff vermischt. Dadurch wird eine vollständige Verbrennung des Gasgemisches in der sich anschließenden Brennkammer 2 sichergestellt.

Das in Fig. 2 dargestellte abgewandelte Ausführungsbeispiel eines Einblaselementes unterscheidet sich nur geringfügig von dem der Fig. 1, einander entsprechende Teile tragen daher dieselben Bezeichnungen.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 fehlt der eine Zündeinrichtung aufnehmende Hohlraum 10, statt dessen ist in die Zündkammer 9 zwischen der zentralen Sauerstoffzufuhr 3 und der Innenwand 14 ein Katalysatorkörper 20 eingesetzt, durch den das gesamte den Zündraum durchsetzende Gas hindurchströmt. Ein zündfähiges Gasgemisch wird in dieser Zündeinrichtung, die ein an sich bekannter Keramik-Katalysator sein kann, entzündet.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel mündet die Zündsauerstoffzufuhr nicht über den Ring 17 in die Vormischkammer 8 ein, sondern über eine schräg seitlich in die Vormischkammer 8 eintretende Zuführleitung 21. In diesem Fall ergibt sich durch die Drosselung des Gases in dem ringförmigen Katalysatorkörper 20 auch bei dieser im wesentlichen radialen Einleitung eine ausreichende Vermischung der beiden Gase. Im übrigen wird dieses Einblaselement ebenso betrieben wie das der Fig. 1.

In beiden Fällen ist es wesentlich für eine einwandfreie Zündung, daß das zündfähige Gasgemisch in dem Zündraum 6 durch dessen großen Querschnitt abgebremst wird und somit in diesem Teil seines Strömungsweges eine geringe Strömungsgeschwindigkeit aufweist, so daß hier eine einwandfreie Zündung erfolgen kann, ohne daß jedoch die Zündreaktion sich entgegen der Strömungsrichtung ausbreiten kann. Nach einer anfänglich großen Strömungsgeschwindigkeit ist daher eine Verlangsamung und in Strömungsrichtung dann wieder eine Beschleunigung durch entsprechende Verengung des Strömungsweges vorgesehen.

Mit dem beschriebenen Einblaselement ist eine verzögerungsfreie Bereitstellung von Heißdampf auf oder oberhalb der Siedelinie mit einem niedrigen Leistungsbereich von 1 bis 500 kW möglich, z. B. zur Versorgung von Sterilisatoren. Es ist dabei sowohl ein kontinuierlicher als auch ein intermittierender Betrieb möglich, wobei Dampfzustand und Leistung variabel oder konstant gehalten werden können.

#### Patentansprüche

- Einblaselement für einen Verbrennungsreaktor, mit einer Zufuhr (16) für einen Brennstoff, mit einer Zufuhr (3) für einen Oxidator, mit einer Mischkammer (4) für die beiden Brennstoffe und mit einer Zündeinrichtung für ein Brennstoffgemisch, wobei die Brennstoffzufuhr (16) in einem Raum mit erweitertem Strömungsquerschnitt einmündet, dessen Auslaß (Ringspalt 7) einen gegenüber dem Strömungsquerschnitt dieses Raums geringeren Querschnitt aufweist und ebenso wie die Oxidationszufuhr (3) in die Mischkammer (4) einmündet, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zündoxidatorzufuhr (19; 21) in den als Zündraum (6) ausgebilde-

ten Raum einmündet und daß die Zündeinrichtung (Hohlraum 10; Katalysatorkörper 20) im Zündraum (6) unmittelbar stromaufwärts des verengten Auslasses (Ringspalt 7) angeordnet ist.

2. Einblaselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oxidatorzufuhr (3) in die Mischkammer (4) von dem Auslaß (Ringspalt 7) des Zündraums (6) im wesentlichen koaxial umgeben ist.

3. Einblaselement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Mischkammer (4) in Strömungsrichtung verengt.

4. Einblaselement nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffzufuhr (16) parallel zur Längsachse des Zündraumes (6) in unmittelbarer Nähe der Innenwand (14) des Zündraumes (6) und/oder der Außenwand (11) der zentral angeordneten Oxidatorzufuhr (3) und sich über den gesamten Umfang der Wände (11, 14) erstreckend in den Zündraum (6) einmündet.

5. Einblaselement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündoxidatorzufuhr (19) ebenfalls parallel zur Längsachse zwischen einer der Innenwand (14) des Zündraumes (6) benachbarten ersten Brennstoffzufuhr (Ringspalt 13) und einer der Außenwand (11) der Oxidatorzufuhr (3) benachbarten zweiten Brennstoffzufuhr (Ringspalt 12) in den Zündraum (6) mündet.

6. Einblaselement nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zündraum (6) zwischen den Einmündungen der Brennstoffzufuhr (16) und der Zündoxidatorzufuhr (19) einerseits und der Zündeinrichtung (Hohlraum 10; Katalysatorkörper 20) andererseits eine Vormischkammer (8) bildet, deren Querschnitt kleiner ist als der des stromabwärts der Vormischkammer (8) gelegenen Teils (Zündkammer 9) des Zündraumes (6), derart, daß die Strömungsgeschwindigkeit in der Vormischkammer (8) über der Flammausbreitungsgeschwindigkeit liegt.

7. Einblaselement nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündeinrichtung in einem seitlich in den Zündraum (6) einmündenden Hohlraum (10) derart angeordnet ist, daß Brennmittel unmittelbar an ihr entlangströmen.

8. Einblaselement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündeinrichtung ein im Zündraum (6) angeordneter, von dem Brennstoff und dem Zündoxidator durchströmter Katalysatorkörper (20) ist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen